

51

Int. Cl. 2:

**H 03 H 7/46**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

G 01 B 7/34

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 27 31 883 A 1**

11

# **Offenlegungsschrift 27 31 883**

21

Aktenzeichen:

P 27 31 883.8

22

Anmeldetag:

14. 7. 77

43

Offenlegungstag:

1. 2. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Filterschaltung, insbesondere zur Trennung zweier Frequenzspektren  
im Ausgangssignal des Meßtasters eines Oberflächen-Meßgerätes

71

Anmelder:

Dr.-Ing. Perthen GmbH, 3000 Hannover

72

Erfinder:

Gerighausen, Werner, Dipl.-Ing., 3051 Osterwald

**DE 27 31 883 A 1**

2731883

Patentanwälte Dipl.-Ing. W. Scherrmann Dr.-Ing. R. Rüger  
7300 Esslingen (Neckar). Webergasse 3, Postfach 348

14. Juli 1977  
PA 3 raki

Telefon  
Stuttgart (07 11) 35 65 39  
35 96 19  
Telex 07 256610 smru  
Telegramme Patentschutz  
Esslingen-Neckar

Dr. Ing. Perthen GmbH, Wohlenbergstr. 21/23, 3 Hannover 1

Filterschaltung, insbesondere zur Trennung zweier Frequenz-  
spektren im Ausgangssignal des Meßtasters eines Oberflächen-  
Meßgerätes

Patentansprüche

- ①. Filterschaltung, insbesondere zur Trennung zweier Frequenzspektren im Ausgangssignal des Meßtasters eines Oberflächen-Meßgerätes, mit mindestens einem in seinem Durchlaßbereich einstellbaren RC-Filter, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandswert des RC-Filters (8, 9, 18, 36) mit einer gegenüber der Frequenz der zu trennenden Frequenzspektren hohen Frequenz zwischen zwei verschiedenen Werten umschaltbar und die die Grenzfrequenz ( $f_g$ ) des RC-Filters (8, 9, 18, 36) bestimmenden Einschaltzeiten ( $t_h$ ) der beiden Widerstandswerte einstellbar sind.

- 2 -

809885/0093

ORIGINAL INSPECTED

2. Filterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das RC-Filter (8, 9, 18, 36) jeweils einen Ein-Aus-Schalter (14, 22, 30, 40) in Reihe mit einem Widerstand (12, 24, 32, 42) festen Wertes aufweist.
3. Filterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das RC-Filter (8, 9, 18, 36) jeweils einen Umschalter in Reihe mit zwei parallelliegenden Widerständen festen Wertes aufweist.
4. Filterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das RC-Filter (8, 9, 18, 36) jeweils einen mit Lichtimpulsen einer Leuchtdiode gesteuerten Fotowiderstand enthält.
5. Filterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das RC-Filter (8, 9, 18, 36) jeweils zwei parallelgeschaltete und alternativ mit Lichtimpulsen zugeordneter Leuchtdioden gesteuerte Fotowiderstände aufweist.
6. Filterschaltung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter impulsgesteuerte Halbleiterschalter (14, 22, 30, 40) sind.
7. Filterschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere jeweils einen Hochpaß (8, 18) oder Tiefpaß (9, 36) bildende RC-Filter hintereinander geschaltet und gemeinsam ansteuerbar sind.
8. Filterschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereingänge der RC-Filter (8, 9, 18, 36) an

2731883

den Ausgang eines mit zwei Eingängen versehenen und Impulse erzeugenden Impulsformers (26) angeschlossen sind und die Frequenz der ersten Eingangsspannung (44) des Impulsformers (26) die Impulsfolgezeit ( $t_p$ ) und die Frequenz der zweiten Eingangsspannung (46), die Impulsdauer ( $t_h$ ) der durch den Impulsformer erzeugten und die Grenzfrequenzen ( $f_g$ ) der RC-Filter (8, 9, 18, 36) bestimmenden Impulse festlegt.

9. Filterschaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Eingänge (44) des Impulsformers (26) wahlweise über einen Umschalter (62) mit einem der Ausgänge eines mit seinem Eingang dauernd an einen Taktgenerator (58) angeschlossenen Zählers (60) verbindbar ist und dem anderen Eingang (46) das Ausgangssignal eines Spannungsfrequenz-Wandlers zugeführt wird, dessen Eingangsspannung eine analoge Steuerspannung ist.
10. Filterschaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die analoge Steuerspannung proportional der Geschwindigkeit ( $v$ ) des Vorschubgerätes (2) des Oberflächen-Meßgerätes ist, dessen Meßtaster (1) mit dem Eingang der Filterschaltung verbunden ist.
11. Filterschaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingang der Filterschaltung mit dem Ausgang des Meßtasters (1) des Oberflächen-Meßgerätes verbunden ist, dessen Vorschubgerät (2) über die ersten Kontakte eines zweipoligen Wahlschalters (64) mit verschiedenen Steuerspannungen ( $U_{v1}$ ,  $U_{v2}$ ,  $U_{v3}$ ) verbindbar ist, denen Spannungen mit vorherbestimmten Frequenzen zugeordnet sind, die über die zweiten Kontakte des Wahlschalters (64) an einen der beiden Eingänge (46) des Impulsformers (26) ankoppelbar sind, dessen anderer Eingang (44) über einen Umschalter (62) mit einem der Ausgänge eines mit seinem Eingang an

809885/0093

einen Taktgenerator (58) angeschlossenen Zählers (60) verbindbar ist und die Ausgänge des Zählers (60) den Grenzwellenlängen ( $\lambda_c$ ) der von dem Oberflächen-Meßgerät erfaßten Profile zugeordnet sind.

-----

Die Erfindung betrifft eine Filterschaltung, insbesondere zur Trennung zweier Frequenzspektren im Ausgangssignal des Meßtasters eines Oberflächen-Meßgerätes, mit mindestens einem in seinem Durchlaßbereich einstellbaren RC-Filter.

In der Meßtechnik werden vielfach Hoch- bzw. Tiefpässe benutzt, um aus den von einem Meßwertwandler abgegebenen elektrischen Signalen bestimmte Frequenzbereiche herauszufiltern und weiterzuverarbeiten, wobei in Abhängigkeit von der jeweiligen Meßaufgabe oftmals unterschiedliche Grenzfrequenzen der Hoch- und Tiefpässe eingeschaltet werden müssen. Bisher verwendete man in der Regel als Hoch- oder Tiefpaß geschaltete RC-Glieder, deren Grenzfrequenz dadurch verändert wird, daß entweder die Kondensatoren oder die Widerstände stufenweise umgeschaltet werden. Wenn viele Grenzfrequenzen oder mehrere hintereinander geschaltete Filter in Abhängigkeit voneinander umgeschaltet werden müssen, ist ein großer Aufwand an Schaltern und Bauelementen erforderlich. Gleichzeitig bedeuten viele mechanische Kontakte einen zusätzlichen Unsicherheitsfaktor für das Meßgerät. Da bei diesen RC-Filtern die Änderung der Grenzfrequenz die Betätigung eines Umschalters mit einer der vorgesehenen Anzahl der Grenzfrequenzen entsprechenden Zahl an Kontakten erfordert, war es bisher auch nicht auf einfache Weise möglich, die Grenzfrequenz von RC-Filtern in Abhängigkeit von anderen physikalischen Größen, beispielsweise einer Meßgeschwindigkeit, Drehzahl usw., automatisch einzustellen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Filterschaltung mit einem oder mehreren RC-Filtern zu schaffen, deren Grenzfrequenz schnell und einfach beliebig feinstufig umschalt-

bar und in Abhängigkeit von einer beliebigen physikalischen Größe stetig veränderbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einer Filterschaltung der eingangs genannten Art der Widerstandswert des RC-Filters mit einer gegenüber der Frequenz der zu trennenden Frequenzspektren hohen Frequenz zwischen zwei verschiedenen Werten umschaltbar und die die Grenzfrequenz des RC-Filters bestimmenden Einschaltzeiten der beiden Widerstandswerte einstellbar sind.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Filterschaltung besteht darin, daß die Anzahl der einstellbaren Grenzfrequenzen von der Anzahl der Umschaltkontakte unabhängig ist und lediglich durch die Einschaltzeiten bestimmt sind, während der jeweils einer von zwei Widerständen über einen Umschalter in den Stromkreis des RC-Filters eingeschaltet ist.

Der Schaltungsaufwand für eine derartige Filterschaltung ist sehr gering, wenn das RC-Filter lediglich einen einzigen in Reihe mit einem Ein-Aus-Schalter liegenden Widerstand festen Wertes aufweist. Bei geschlossener Stellung des Ein-Aus-Schalters ist der wirksame Widerstandswert gleich dem festen Wert des Widerstandes, während bei geöffnetem Schalter ein nicht als Bauelement vorhandener Widerstand mit einem unendlich großen Widerstandswert wirksam ist. Durch die Verwendung zweier wahlweise in den Stromkreis einschaltbarer Widerstände mittels zweier alternativ schließbarer Schalter oder mittels eines Umschalters kann auf einfache Weise der Verstellbereich der Grenzfrequenz festgelegt werden, wobei bei kleiner werdendem Verstellbereich die Genauigkeit und Feinheit der Einstellung größer wird.

Dabei können die Widerstände der RC-Filter als Fotowiderstand ausgebildet sein und mit Hilfe von Lichtimpulsen einer Leuchtdiode angesteuert werden. Es kann dazu ein einzelner Fotowiderstand mit einer den Ein-Aus-Schalter ersetzenden Leuchtdiode verwendet werden, oder aber es können auch zwei Fotowiderstände vorgesehen sein, die abwechselnd mit Lichtimpulsen zugeordneter Leuchtdioden belichtet werden, welche die Funktion eines schnellen Umschalters haben.

Zweckmäßigerweise sind die Ein-Aus-Schalter oder Umschalter impulsgesteuerte Halbleiterschalter. Zur Erhöhung der Wirksamkeit der Filterschaltung ist es vorteilhaft, mehrere jeweils einen Hochpaß oder Tiefpaß bildende RC-Filter hintereinander zu schalten und deren Schalter gemeinsam anzusteuern. In einem zweckmäßigen Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Steuereingänge der Halbleiterschalter der RC-Filter an den Ausgang eines mit zwei Eingängen versehenen und Impulse erzeugenden Impulsformers angeschlossen. Die Frequenz der ersten Eingangsspannung des Impulsformers bestimmt die Impulsfolgezeit und die Frequenz der zweiten Eingangsspannung die Impulsdauer der durch den Impulsformer erzeugten und die Grenzfrequenzen der RC-Filter bestimmenden Impulse. Somit ist es möglich, die Grenzfrequenzen der RC-Filter über zwei voneinander unabhängige Spannungen zu beeinflussen sowie der Grenzwellenlänge und der Abtastgeschwindigkeit des Oberflächen-Meßgerätes anzupassen.

Wird der Eingang der erfindungsgemäßen Filterschaltung mit dem Ausgang des Meßtasters des Oberflächen-Meßgerätes verbunden, ist es vorteilhaft, den ersten Eingang des Impulsformers wahlweise über einen Umschalter mit einem der Ausgänge eines mit seinem Eingang dauernd an einen Taktgenerator angeschlossenen Zählers zu verbinden und dem zweiten Eingang eine Spannung mit einer von der Vorschub-



geschwindigkeit des Meßtasters abhängigen Frequenz zuzuführen. Dabei ist es bei Messungen an mit nicht konstanter Geschwindigkeit bewegten Werkstücken zweckmäßig, wenn die Vorschubgeschwindigkeit mit Hilfe eines Meßwandlers erfaßt wird, und das so gewonnene Signal mittels eines Spannungs-Frequenz-Wandlers in eine Spannung entsprechender Frequenz umgesetzt wird.

Bei konstanten Vorschubgeschwindigkeiten des Meßtasters genügt es, das Vorschubgerät über die ersten Kontakte eines zweipoligen Wahlschalters mit verschiedenen Steuerungsspannungen zu verbinden, denen Spannungen mit bestimmten Frequenzen zugeordnet sind, die über die zweiten Kontakte des Wahlschalters an den zweiten Eingang des Impulsformers ankoppelbar sind.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Die Figur zeigt eine an den Meßtaster und das Vorschubgerät eines Oberflächen-Meßgerätes angeschlossene Filterschaltung gemäß der Erfindung in schematischer Darstellung.

2731883

- 9 -

Der Meßtaster 1 eines Oberflächen-Meßgerätes, der durch ein Vorschubgerät 2 über die Oberfläche eines Werkstückes mit konstanter Geschwindigkeit bewegt wird und die Gestaltabweichungen der zu messenden Oberfläche mittels eines Meßwertwandlers in elektrische Spannungswerte umwandelt, ist elektrisch mit dem Eingang eines Verstärkers 3 verbunden. Das Vorschubgerät 2 enthält einen an einen Regler 4 angeschlossenen Elektromotor 5, dessen Geschwindigkeitssollwert durch eine an dem Eingang 6 des Vorschubgerätes 2 liegende Steuerungsspannung  $U_v$  bestimmt ist.

Der Ausgang des Verstärkers 3 ist zur Trennung der Gestaltabweichungen verschiedener Ordnung (DIN 4760) der abgetasteten Oberfläche mit den Eingängen eines ersten RC-Hochpasses 8 und eines ersten RC-Tiefpasses 9 verbunden. Der erste RC-Hochpaß 8 besteht aus einem zwischen seinem Eingang und seinem Ausgang liegenden Kondensator 10 sowie einem Widerstand 12, dessen erster Anschluß mit dem Ausgang des ersten Hochpasses 8 und dessen zweiter Anschluß mit der Senke eines mit seiner Quelle an Masse liegenden Feldeffekttransistors 14 verbunden ist. Die Ausgangsspannung des ersten RC-Hochpasses 8 wird über einen zur Entkoppelung dienenden Verstärker 16 dem Eingang eines zweiten RC-Hochpasses 13 zugeführt, an dessen Ausgang die dem Rauheitsprofil zugeordnete Spannung auftritt. Er enthält wie der erste RC-Hochpaß 8 ein RC-Glied aus einem Kondensator 20 und einem in Reihe mit einem Feldeffekttransistor 22 liegenden Widerstand 24. Die Torenk-troden der beiden Feldeffekttransistoren 14 und 22 sind an den Ausgang eines Rechteckimpulse mit variabler Impulsfolgezeit und Impulsdauer liefernden Impulsformers 26 angeschlossen.

809885/0093

- 10 -

ORIGINAL INSPECTED

Der erste RC-Tiefpass 9 enthält ein RC-Glied aus einem zwischen dem Ausgang des Tiefpasses 9 und Masse liegenden Kondensator 28, dem über eine Reihenschaltung aus einem Feldeffekttransistor 30 und einem Widerstand 32 die Eingangsspannung des RC-Tiefpasses 9 zugeführt wird. Der erste RC-Tiefpaß 9 ist über einen Verstärker 34 mit dem Eingang eines entsprechend aufgebauten zweiten RC-Tiefpasses 36 verbunden, dessen Ausgangsspannung das Welligkeitsprofil der abgetasteten Oberfläche darstellt. Der zweite RC-Tiefpaß 36 enthält ein RC-Glied aus einem Kondensator 38 und einem in Reihe mit einem Feldeffekttransistor 40 liegenden Widerstand 42. Die Torelektroden der Feldeffekttransistoren 30 und 40 sind ebenfalls wie die Torelektroden der den Hochpaßfiltern 8 und 18 zugeordneten Feldeffekttransistoren 14 und 22 mit dem Ausgang des Impulsformers 26 verbunden.

Der Impulsformer 26 ist mit einem ersten Eingang 44 und einem zweiten Eingang 46 ausgestattet. Die Impulsfolgefrequenz und damit auch die Impulsfolgezeit der an dem Ausgang des Impulsformers 26 auftretenden Impulse ist durch die Frequenz der an seinem ersten Eingang 44 liegenden Impulse bestimmt. Weiterhin ist der Impulsformer 26 derart aufgebaut, daß die Impulsdauer der an seinem Ausgang auftretenden Impulse umgekehrt proportional der Frequenz einer an seinem zweiten Eingang 46 liegenden Spannung ist. Durch Verändern der Frequenz der an dem zweiten Eingang 46 des Impulsformers 26 liegenden Spannung läßt sich somit das Tastverhältnis der erzeugten Impulse bestimmen, wobei es selbstverständlich ist, daß die Impulsdauer kleiner sein muß, als die zu der Impulsfolgefrequenz umgekehrt proportionale Impulsfolgezeit.

Die den Eingängen 44 und 46 des Impulsformers 26 zugeführten Impulse werden mit Hilfe eines Taktgenerators 58 erzeugt, der an den Eingang eines Zählers 60 ange-

geschlossen ist, so daß an den Ausgängen des als Teiler wirkenden Zählers 60 Impulsspannungen verschiedener Frequenz zur Verfügung stehen. Mit Hilfe eines Umschalters 62 wird eine der Frequenzen ausgewählt, und die entsprechende Ausgangsspannung des Zählers 60 dem ersten Eingang des Impulsformers 44 zugeführt. In ähnlicher Weise erhält der zweite Eingang 46 über die ersten Kontakte eines zweipoligen Wahlschalters 64 eine der an den Ausgängen des Zählers 60 liegenden Spannungen mit vorbestimmter Frequenz. Die zweiten Kontakte des Wahlschalters 64 ermöglichen es, eine der Frequenz der am zweiten Eingang des Impulsformers 26 anliegenden Spannung zugeordnete Steuerspannung  $U_v$  für die Geschwindigkeit des Vorschubgerätes 2 auszuwählen, indem die ersten und zweiten Kontakte gemeinsam geschaltet werden und die feststehenden zweiten Kontakte des Wahlschalters 64 mit Spannungsquellen  $U_{v1}$ ,  $U_{v2}$  und  $U_{v3}$  verbunden sind.

Die an dem Ausgang des Impulsformers 26 auftretenden und den Feldeffekttransistoren 14, 22, 30 und 40 zugeführten Impulse bestimmen durch ihr Tastverhältnis die Grenzfrequenzen der als Frequenzweichen benutzten RC-Filter 8, 18, 9, 36, so daß sowohl der durch die RC-Hochpässe 8, 18 als auch der durch die RC-Tiefpässe bevorzugte Frequenzbereich mit Hilfe des Umschalters 62 und/oder des Wahlschalters 64 einstellbar ist.

Die Einstellbarkeit der Grenzfrequenzen der RC-Filter 8, 18, 9 und 36 beruht darauf, daß in einem Stromkreis aus einer Spannungsquelle mit der Spannung  $U$  und einem in Reihe mit einem Schalter  $S$  liegenden Festwiderstand  $R$  bei in schneller Folge ein- und ausgeschaltetem Schalter  $S$  gilt:

$$I = \frac{U}{R} \cdot \frac{t_{\text{ein}}}{t_{\text{ein}} + t_{\text{aus}}}$$

809885/0093

2731883

wobei  $t_{\text{ein}}$  die Einschaltdauer und  $t_{\text{aus}}$  die Ausschalt-  
dauer des Schalters S bezeichnet. Aus dem arithmetischen  
Mittelwert des Stromes ergibt sich als äquivalenter Wider-  
stand  $R'$  für die Reihenschaltung des Festwiderstandes  $R$   
und des Schalters S:

$$R' = R \cdot \frac{t_{\text{ein}} + t_{\text{aus}}}{t_{\text{ein}}}$$

Für die Zeitkonstante eines RC-Gliedes aus einem in  
Reihe mit einem Festwiderstand  $R$  liegenden Schalter  
und einer Kapazität  $C$  gilt bei ausreichend kurzen Ein-  
und Ausschaltdauern:

$$T = C \cdot R' = C \cdot R \cdot \frac{t_{\text{ein}} + t_{\text{aus}}}{t_{\text{ein}}}$$

Ist der Schalter ein elektronischer Schalter, der mit  
Impulsen einer Impulsdauer  $t_h$  und einer Impulsfolgezeit  
 $t_p$  geschlossen wird, ergibt sich für die Zeitkonstante  $T$   
eines solchen RC-Gliedes

$$T = C \cdot R \cdot \frac{t_p}{t_h}$$

und für die Grenzfrequenz  $f_g$  eines als Hoch- oder Tief-  
paß geschalteten RC-Gliedes

$$f_g = \frac{1}{2 \pi R \cdot C} \cdot \frac{t_h}{t_p}$$

809885/0093

Aus der letzten Beziehung ist ersichtlich, daß die Grenzfrequenz  $f_g$  eines elektronischen Schalter in Reihe mit dem Widerstand aufweisenden RC-Filters durch Ändern des Impulstastverhältnisses  $t_h/t_p$  der Steuerimpulse des elektronischen Schalters in weiten Grenzen kontinuierlich geändert werden kann, und zwar durch zwei voneinander unabhängige Parameter  $t_h$  und  $t_p$ , obwohl das RC-Filter nur einen Kondensator und einen einzigen Widerstand festen Wertes enthält, so daß die Grenzfrequenz eines derartigen Filters in einfacher Weise den nach DIN 4768 vorgeschriebenen Grenzwellenlängen  $\lambda_c$  und der jeweiligen Abtastgeschwindigkeit  $v$  eines Oberflächen-Meßgerätes angepaßt werden kann.

Die Ausgangsspannung des Meßtasters 1 der beschriebenen Anordnung weist ein Frequenzspektrum auf, das einen durch das Rauheitsprofil der abgetasteten Oberfläche bestimmten verhältnismäßig hochfrequenten und einen von dem Welligkeitsprofil der abgetasteten Oberfläche beeinflussten verhältnismäßig niederfrequenten Anteil enthält. Dabei hängen die dem Rauheitsprofil und dem Welligkeitsprofil zugeordneten Frequenzen wesentlich von der Geschwindigkeit  $v$  ab, mit der der Meßtaster 1 von dem Vorschubgerät 2 über die Oberfläche des abgetasteten Körpers bewegt wird. Unter Verwendung der beschriebenen Filterschaltung ist es einfach möglich, die Grenzfrequenzen  $f_g$  der RC-Filter 8, 18, 9, 36 der jeweils an dem zweipoligen Wahlschalter 64 eingestellten Abtastgeschwindigkeit anzupassen. Der Umschalter 62 dient zum Einstellen der gewünschten Grenzwellenlänge  $\lambda_c$ , wobei jeder Stellung des Umschalters 62 eine bestimmte Grenzwellenlänge  $\lambda_c$  entspricht, da bei einer Änderung der Abtastgeschwindigkeit  $v$  die Impulsdauer  $t_h$  durch Verändern der Frequenz der dem Eingang 46 zugeführten Spannung und damit die Grenzfrequenz  $f_g$  der RC-Filter 8, 18, 9, 36 der neuen Abtastgeschwindigkeit  $v$  angepaßt werden, wobei gilt:

$$\lambda_c = \frac{v}{f_g} = \text{konstant}$$

809885/0093

Die Filterschaltung lässt sich dennoch auch bei einem Oberflächen-Meßgerät mit nicht konstanter Abtastgeschwindigkeit  $v$  verwenden, wenn die Abtastgeschwindigkeit  $v$  mit Hilfe eines Geschwindigkeitsaufnehmers oder Tachogenerators in eine proportionale Spannung übersetzt wird und diese über einen Spannungs-Frequenz-Wandler in eine Spannung entsprechender Frequenz umgewandelt und dem Eingang 46 des Impulsformers 26 zugeführt wird. Bei einer derartigen Anordnung ist es in einfacher Weise möglich, bei vorgegebener Grenzwellenlänge  $\lambda_c$  die Grenzfrequenz  $f_g$  der RC-Filter 8, 18, 9, 36 der jeweiligen Abtastgeschwindigkeit  $v$  kontinuierlich anzupassen.

Es ist offensichtlich, daß die Reihenschaltung aus einem Widerstand und einem Halbleiterschalter durch verschiedene Schaltungsanordnungen ersetzt sein kann. So ist es möglich, die Reihenschaltung parallel zu einem festen Widerstand zu legen und / oder den Halbleiterschalter durch einen Fotowiderstand und eine Leuchtdiode zu ersetzen. Ebenso kann eine Parallelschaltung von zwei Widerständen vorgesehen sein, die abwechselnd über eine Schalteranordnung in den Stromkreis der RC-Filter gelegt werden.

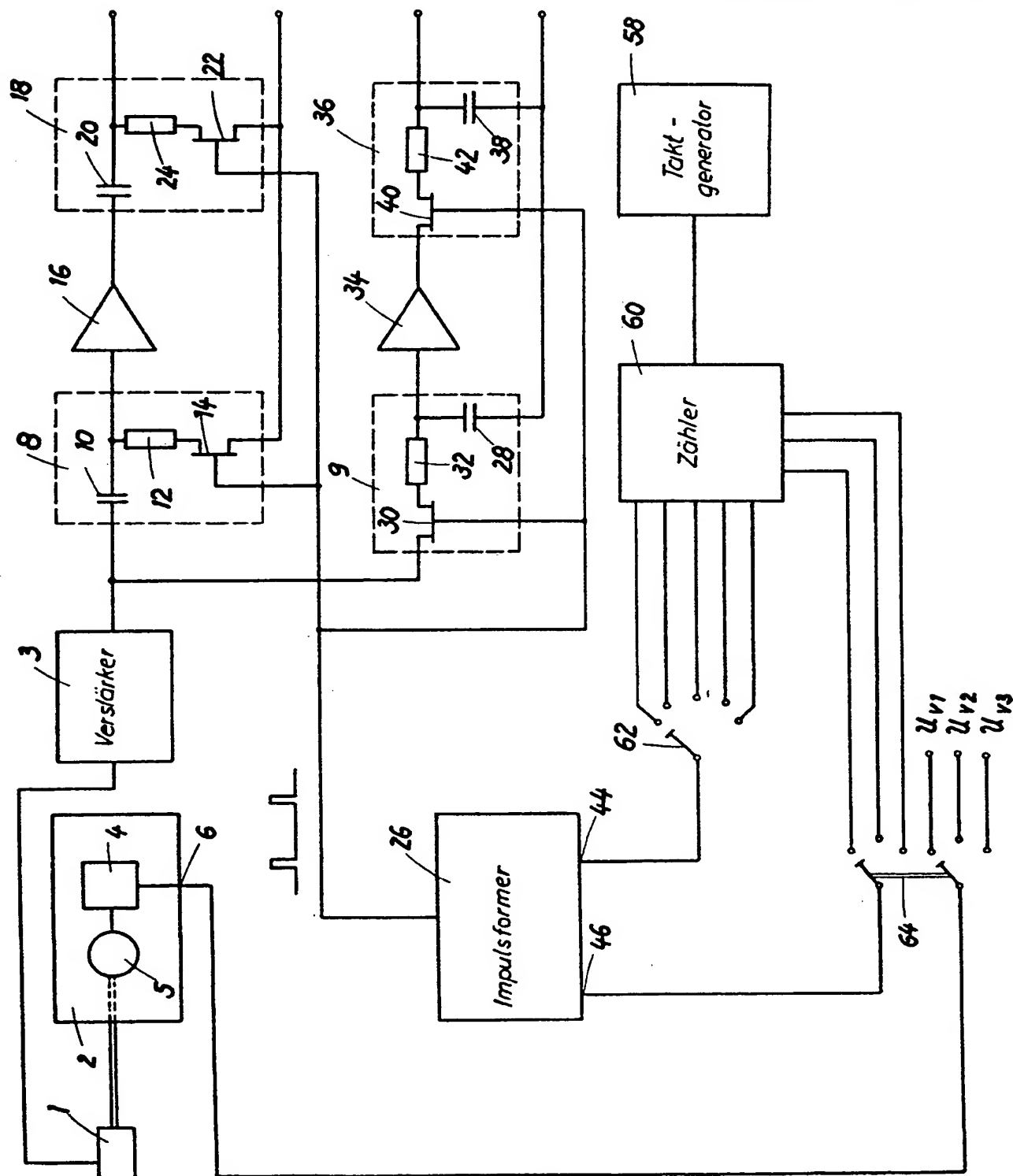
809885/0093

2731883

-15-

Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

27 31 883  
H 03 H 7/46  
14. Juli 1977  
1. Februar 1979



809885/0093